

## PATENT ABSTRACTS OF JAP

(11)Publication number : 2003-065999

(43)Date of publication of application : 05.03.2003

(51)Int.Cl.

G01N 27/409

G01N 27/02

G01N 27/416

H05B 3/00

(21)Application number : 2001-258509

(71)Applicant : DENSO CORP  
NIPPON SOKEN INC

(22)Date of filing : 28.08.2001

(72)Inventor : IMAMURA HIROO  
MIZUTANI KEIGO  
MAKINO TASUKE  
KUROKAWA HIDEKAZU

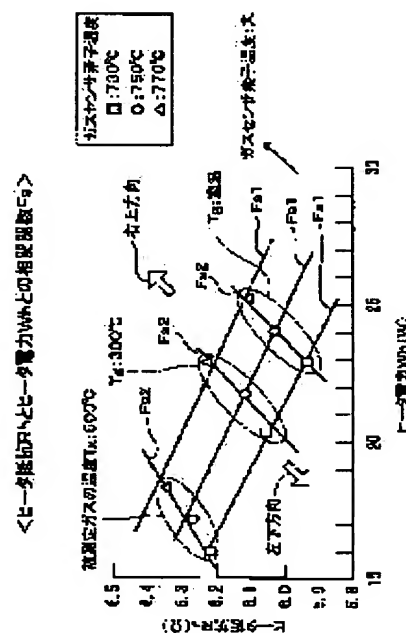
## (54) TEMPERATURE CONTROLLER AND CONTROLLING METHOD FOR GAS SENSOR ELEMENT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a temperature controller and a control method for a gas sensor element in which the temperature can be controlled with high accuracy without requiring a temperature sensor.

**SOLUTION:** The temperature control method of a gas sensor element utilizes the fact that a correlation is present between the heater resistance  $R_h$  and the heater power  $W_h$  at a heater part provided in the gas sensor element. Heater voltage and heater current at the heater part are detected and then the heater resistance  $R_h$  and the heater power  $W_h$  are calculated based on the detected values. Temperature of the gas sensor element is controlled by controlling the heater voltage such that the calculated values of heater resistance  $R_h$  and heater power  $W_h$  satisfy a correlation function  $F_s$  between them.

(図4)



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-65999  
(P2003-65999A)

(43) 公開日 平成15年3月5日(2003.3.5)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
G 0 1 N 27/409		G 0 1 N 27/02	Z 2 G 0 0 4
27/02		H 0 5 B 3/00	3 1 0 C 2 G 0 6 0
27/416		G 0 1 N 27/58	B 3 K 0 5 8
H 0 5 B 3/00	3 1 0	27/46	3 7 1 G
			3 3 1
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 21 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-258509(P2001-258509)

(22) 出願日 平成13年8月28日(2001.8.28)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(71) 出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(72) 発明者 今村 弘男

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内

(74) 代理人 100079142

弁理士 高橋 祥泰 (外1名)

最終頁に続く

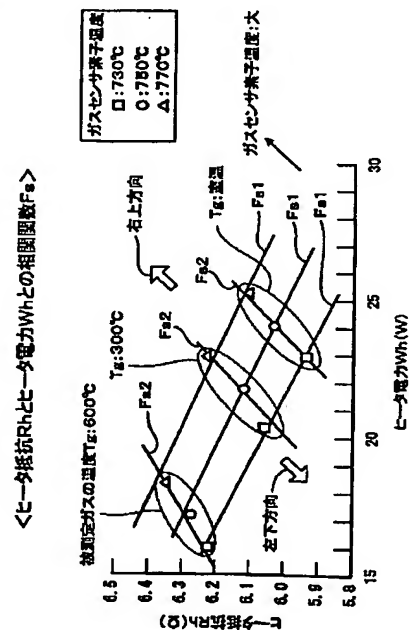
(54) 【発明の名称】 ガスセンサ素子の温度制御装置及び温度制御方法

(57) 【要約】

【課題】 温度センサを設けることなく、高精度な温度制御を可能にすることができるガスセンサ素子の温度制御装置及び温度制御方法を提供すること。

【解決手段】 ガスセンサ素子の温度制御方法は、ガスセンサ素子に設けたヒータ部におけるヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ の間には相関関係があることを利用するものである。ヒータ部におけるヒータ電圧及びヒータ電流を検出し、これらに基づいてヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ を算出する。そして、このヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との値が、それらの間の相関関数 $F_s$ を満たすように、ヒータ電圧を制御することによりガスセンサ素子の温度を制御する。

(図4)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気化学セルを備えた検出部と、通電により発熱する発熱体を備えたヒータ部とを有するガスセンサ素子の温度を制御する装置において、上記ヒータ部におけるヒータ電圧を検出するヒータ電圧検出手段と、上記ヒータ部におけるヒータ電流を検出するヒータ電流検出手段と、上記ヒータ電圧検出手段により検出されたヒータ電圧と、ヒータ電流検出手段により検出されたヒータ電流とに基づいて、ヒータ抵抗及びヒータ電力を算出するヒータ演算手段と、上記ヒータ抵抗と上記ヒータ電力との関係が、ヒータ制御関数を満たすように、上記ヒータ電圧を制御することにより上記ガスセンサ素子の温度を制御するヒータ制御手段とを有することを特徴とするガスセンサ素子の温度制御装置。

【請求項2】 電気化学セルを備えた検出部と、通電により発熱する発熱体を備えたヒータ部とを有するガスセンサ素子の温度を制御する装置において、上記検出部に交流電圧を印加する交流電圧印加手段と、上記検出部におけるセル電圧を検出するセル電圧検出手段と、上記検出部におけるセル電流を検出するセル電流検出手段と、上記セル電圧検出手段により検出されたセル電圧と、セル電流検出手段により検出されたセル電流とに基づいて、上記検出部のインピーダンスを算出するインピーダンス演算手段と、上記ヒータ部におけるヒータ電圧を検出するヒータ電圧検出手段と、上記ヒータ部におけるヒータ電流を検出するヒータ電流検出手段と、上記ヒータ電圧検出手段により検出されたヒータ電圧と、ヒータ電流検出手段により検出されたヒータ電流とに基づいて、ヒータ抵抗及びヒータ電力を算出するヒータ演算手段と、上記インピーダンス演算手段によって算出されたインピーダンスの値がインピーダンス制御関数を満たすように、上記ヒータ電圧を制御することによって上記ガスセンサ素子の温度を制御するヒータ制御手段と、上記ヒータ抵抗と上記ヒータ電力との関係が、ヒータ制御関数を満たすように、上記インピーダンス制御関数を再設定するインピーダンス校正手段とを有していることを特徴とするガスセンサ素子の温度制御装置。

【請求項3】 請求項1又は2において、上記ガスセンサ素子の温度制御装置は、エンジンの排気ガスを測定するガスセンサ素子の温度を制御するものであることを特徴とするガスセンサ素子の温度制御装置。

【請求項4】 請求項2又は3において、上記インピーダンス校正手段は、上記検出部において検出する被測定ガスの温度又は被測定ガスの流速の少なくともいずれか一方の変動が所定の範囲内にあるときに、上記インピーダンス制御関数の再設定を行う時期を検出するインピーダンス校正時期検出手段を有していることを特徴とするガスセンサ素子の温度制御装置。

【請求項5】 請求項2～4のいずれか一項において、上記インピーダンス校正手段は、上記エンジンの回転数

の変動が所定の範囲内にあるときに、上記インピーダンス制御関数の再設定を行う時期を検出するインピーダンス校正時期検出手段を有していることを特徴とするガスセンサ素子の温度制御装置。

【請求項6】 電気化学セルを備えた検出部と、通電により発熱する発熱体を備えたヒータ部とを有するガスセンサ素子の温度を制御する方法において、上記ヒータ部におけるヒータ電圧及びヒータ電流を検出し、上記ヒータ電圧と上記ヒータ電流とに基づいてヒータ抵抗及びヒータ電力を算出し、上記ヒータ抵抗と上記ヒータ電力との関係が、ヒータ制御関数を満たすように、上記ヒータ電圧を制御することにより上記ガスセンサ素子の温度を制御することを特徴とするガスセンサ素子の温度制御方法。

【請求項7】 電気化学セルを備えた検出部と、通電により発熱する発熱体を備えたヒータ部とを有するガスセンサ素子の温度を制御する方法において、上記検出部に交流電圧を印加すると共に該検出部におけるセル電圧及びセル電流を検出し、上記セル電圧と上記セル電流とに基づいて上記検出部のインピーダンスを算出し、該インピーダンスの値がインピーダンス制御関数を満たすように、上記ヒータ電圧を制御することによって上記ガスセンサ素子の温度を制御するに当たり、上記ヒータ部におけるヒータ電圧及びヒータ電流を検出し、上記ヒータ電圧と上記ヒータ電流とに基づいてヒータ抵抗及びヒータ電力を算出し、上記ヒータ抵抗と上記ヒータ電力との関係が、ヒータ制御関数を満たすように、上記インピーダンス制御関数を再設定することを特徴とするガスセンサ素子の温度制御方法。

【請求項8】 請求項6又は7において、上記ガスセンサ素子の温度制御装置は、エンジンの排気ガスを測定するガスセンサ素子の温度を制御することを特徴とするガスセンサ素子の温度制御方法。

【請求項9】 請求項7又は8において、上記インピーダンス制御関数の再設定は、上記検出部において検出する被測定ガスの温度又は被測定ガスの流速の少なくともいずれか一方の変動が所定の範囲内にあるときに行うことを特徴とするガスセンサ素子の温度制御方法。

【請求項10】 請求項7～9のいずれか一項において、上記インピーダンス制御関数の再設定は、上記エンジンの回転数の変動が所定の範囲内にあるときに行うことを特徴とするガスセンサ素子の温度制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】本発明は、各種ガスの濃度を検出するガスセンサ素子の温度制御装置及び温度制御方法に関する。

【0002】

【従来技術】従来より、ガスセンサ素子は、電気化学セルにおいて検出する被測定ガスのガス濃度の検出に適した温度（電気化学セルの活性領域内の温度）に制御する

ことにより、このガス濃度の検出精度を安定させるようにしている。図16に示すごとく、ガスセンサ素子9の温度を制御する1つの方法として、ガスセンサ素子9に発熱体21を備えたヒータ部2と温度センサ91とを設け、温度センサ91によって検出する温度が所望の値になるように、ヒータ部2に通電する電源装置22の電圧をヒータ制御手段94によって可変させて、ガスセンサ素子9の温度を制御する方法がある。

【0003】この方法によれば、ガスセンサ素子9の温度の制御を簡単に行うことができるが、ガスセンサ素子9に直接温度センサ91を設ける必要があり、ガスセンサ素子9の構造が複雑になってしまう。そのため、温度センサ91を設けることなく、ガスセンサ素子9の温度を制御できる方法が望まれている。

【0004】図17に示すごとく、温度センサ91を設けることなくガスセンサ素子9の温度を制御する方法としては、例えば、ヒータ部2の抵抗とガスセンサ素子9の温度との間には、相関関係(図18参照)があることを利用する方法(従来技術1)がある。この方法においては、発熱体21を備えたヒータ部2に電圧計951と電流計952を設けると共に、これらによって検出した電圧及び電流よりヒータ演算手段95によってヒータ部2の抵抗を算出する。そして、この抵抗が所望の値になるようにヒータ制御手段94によりヒータ部2に通電する電源装置22の電圧を可変させることにより、ガスセンサ素子9の温度を制御している。

【0005】また、図19に示すごとく、ガスセンサ素子9の温度を制御する他の方法として、ガスセンサ素子9においてガス濃度の検出を行う電気化学セル61を備えた検出部6のインピーダンスとガスセンサ素子9の温度との間の相関関係(図20参照)を利用する方法(従来技術2)がある。この方法においては、上記検出部6に交流電圧973を印加すると共に、この交流回路に電圧計971と電流計972とを設ける。そして、この電圧計971及び電流計972によって検出した電圧及び電流より、インピーダンス演算手段97によって検出部6のインピーダンスを算出する。そして、このインピーダンスの値が所望の値になるようにヒータ制御手段94により、発熱体21を備えたヒータ部2に通電する電源装置22の電圧を可変させて、ガスセンサ素子9の温度を制御している。

【0006】

【解決しようとする課題】ところで、例えば、被測定ガスの温度、流速等が変動して、ガスセンサ素子9におけるガス濃度の測定環境下に変動があった場合には、ヒータ部2と検出部6における電気化学セル61との間に温度差が生じることがある。しかしながら、従来技術1においては、上記ヒータ部2に通電する電圧22を可変させて、ヒータ部2の抵抗の値を制御している。そのため、このような温度差が生じると、被測定ガスのガス濃

度の検出を行う電気化学セル61の温度を適切に制御することが困難になる。そのため、高精度なガス濃度の測定を困難にしている。

【0007】また、従来技術2においては、検出部6のインピーダンスを検出して、ガスセンサ素子9の温度を制御するため、電気化学セル61の温度を適切に制御することは可能になる。しかし、この電気化学セル61は、被測定ガスに接触するため、長期間の使用により劣化してしまうおそれがある。そして、この劣化が発生すると、電気化学セル61のインピーダンスの値が変化してしまう。そのため、従来技術2の方法においても、長期間使用する場合には、高精度なガス濃度の測定を困難にしている。それ故、温度センサを直接取り付けることなく、ガスセンサ素子9の温度、特に検出部6の温度を適切に制御することができる方法が望まれている。

【0008】本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、温度センサを設けることなく、高精度な温度制御を可能にすることができるガスセンサ素子の温度制御装置及び温度制御方法を提供しようとするものである。

【0009】

【課題の解決手段】第1の発明は、電気化学セルを備えた検出部と、通電により発熱する発熱体を備えたヒータ部とを有するガスセンサ素子の温度を制御する装置において、上記ヒータ部におけるヒータ電圧を検出するヒータ電圧検出手段と、上記ヒータ部におけるヒータ電流を検出するヒータ電流検出手段と、上記ヒータ電圧検出手段により検出されたヒータ電圧と、ヒータ電流検出手段により検出されたヒータ電流とに基づいて、ヒータ抵抗及びヒータ電力を算出するヒータ演算手段と、上記ヒータ抵抗と上記ヒータ電力との関係が、ヒータ制御関数を満たすように、上記ヒータ電圧を制御することにより上記ガスセンサ素子の温度を制御するヒータ制御手段とを有することを特徴とするガスセンサ素子の温度制御装置にある(請求項1)。

【0010】本発明におけるガスセンサ素子の温度制御装置は、ヒータ抵抗とヒータ電力の間には相関関係があることを利用するものである。本発明においては、ガスセンサ素子の温度を制御するに当たり、上記ヒータ制御関数を用いる。このヒータ制御関数は、上記ヒータ制御手段によってガスセンサ素子の温度を変化させたときにおける上記ヒータ抵抗とヒータ電力との相関関数として求めておく。また、このヒータ制御関数は、ガスセンサ素子の周囲の環境が変動したときに、この変動がヒータ抵抗及びヒータ電力に与える影響をも加味した相関関数として求めておく。

【0011】上記ガスセンサ素子の温度を制御するに当たっては、ヒータ制御手段において、上記ガスセンサ素子の目標温度を設定し、この目標温度におけるヒータ抵抗とヒータ電力との相関関数を目標温度におけるヒータ

制御関数とする。そして、ヒータ制御手段は、ガスセンサ素子がこの目標温度になるようにヒータ部への通電を開始する。上記通電を行っているときに、ヒータ電圧検出手段によって上記ヒータ部におけるヒータ電圧を検出し、ヒータ電流検出手段によって上記ヒータ部におけるヒータ電流を検出する。また、上記ヒータ演算手段は、検出したヒータ電圧及びヒータ電流に基づいて、ヒータ抵抗及びヒータ電力を算出する。

【0012】次いで、ヒータ演算手段によって算出されたヒータ抵抗及びヒータ電力の値は、上記ヒータ制御手段に送信される。そして、上記ヒータ制御手段は、上記ヒータ抵抗とヒータ電力との値が、上記目標温度におけるヒータ制御関数を満たすか否かを判定する。つまり、ヒータ制御手段は、上記算出したヒータ抵抗及びヒータ電力の値から算出されるガスセンサ素子の現在温度が、上記目標温度になっているか否かを判定する。そして、上記現在温度が上記目標温度になるように、ヒータ部に通電する電圧を可変させて、ヒータ電圧を制御する。

【0013】このようにして、上記ヒータ電圧の制御を行うことにより、ガスセンサ素子の温度を目標温度に制御することができる。ところで、例えば、検出部の電気化学セルにおいて測定する被測定ガスの温度、流速等が変動して、ガスセンサ素子におけるガス濃度の測定環境下に変動が生じたときには、上記ヒータ部における温度と上記検出部における温度との間に温度差が生じる場合がある。これに対し、本発明においては、上記のごとく、上記ヒータ制御関数が、ガスセンサ素子におけるガス濃度の測定環境下に変動があったときに、この変動がヒータ抵抗及びヒータ電力に与える影響をも加味した相関関数となっている。

【0014】そのため、上記変動があったときにも、この変動に対するヒータ抵抗とヒータ電力の値の変化をも加味したヒータ制御関数を用いて、ガスセンサ素子の温度を適切に制御することができる。そして、ヒータ制御関数によりガスセンサ素子の温度を適切に制御することにより、間接的には、上記検出部の電気化学セルにおける温度を適切に制御することができる。それ故、本発明のガスセンサ素子の温度制御装置によれば、高精度でガスセンサ素子の温度を制御することができる。

【0015】第2の発明は、電気化学セルを備えた検出部と、通電により発熱する発熱体を備えたヒータ部とを有するガスセンサ素子の温度を制御する装置において、上記検出部に交流電圧を印加する交流電圧印加手段と、上記検出部におけるセル電圧を検出するセル電圧検出手段と、上記検出部におけるセル電流を検出するセル電流検出手段と、上記セル電圧検出手段により検出されたセル電圧と、セル電流検出手段により検出されたセル電流とに基づいて、上記検出部のインピーダンスを算出するインピーダンス演算手段と、上記ヒータ部におけるヒータ電圧を検出するヒータ電圧検出手段と、上記ヒータ部

におけるヒータ電流を検出するヒータ電流検出手段と、上記ヒータ電圧検出手段により検出されたヒータ電圧と、ヒータ電流検出手段により検出されたヒータ電流とに基づいて、ヒータ抵抗及びヒータ電力を算出するヒータ演算手段と、上記インピーダンス演算手段によって算出されたインピーダンスの値がインピーダンス制御関数を満たすように、上記ヒータ電圧を制御することによって上記ガスセンサ素子の温度を制御するヒータ制御手段と、上記ヒータ抵抗と上記ヒータ電力との関係が、ヒータ制御関数を満たすように、上記インピーダンス制御関数を再設定するインピーダンス校正手段とを有していることを特徴とするガスセンサ素子の温度制御装置にある（請求項2）。

【0016】本発明におけるガスセンサ素子の温度制御装置は、検出部のインピーダンスとガスセンサ素子の温度との間には相関関係があることを利用するものである。そして、本発明は、上記第1の発明で示したヒータ抵抗とヒータ電力との間における相関関係により、上記インピーダンスに基づく温度制御をより適切にしようとするものである。

【0017】本発明においても、ガスセンサ素子の温度を制御するに当たり、上記第1の発明と同様に、上記ヒータ制御関数を上記ヒータ抵抗とヒータ電力との間の相関関数として求めておく。また、本発明においては、上記インピーダンス制御関数を上記検出部のインピーダンスとガスセンサ素子の温度との相関関数として求めておく。

【0018】本発明においては、上記ガスセンサ素子の検出部に上記交流電圧印加手段を設け、この交流電圧印加手段の交流回路の一部に上記セル電圧検出手段及びセル電流検出手段を設ける。そして、インピーダンス演算手段は、これらによって検出したセル電圧及びセル電流に基づいて検出部のインピーダンスを算出する。一方、上記第1の発明と同様にして、上記ヒータ部にはヒータ電圧検出手段及びヒータ電流検出手段が設けてあり、これらによりヒータ電圧及びヒータ電流を検出する。また、上記ヒータ演算手段は、検出したヒータ電圧及びヒータ電流に基づいて、ヒータ抵抗及びヒータ電力を算出する。

【0019】上記ガスセンサ素子の温度を制御するに当たっては、ヒータ制御手段において、上記ガスセンサ素子の目標温度を設定する。そして、この目標温度を上記検出部のインピーダンスとガスセンサ素子の温度との相関関数に代入し、この目標温度におけるインピーダンスの値をインピーダンスの狙い値として、上記ヒータ制御手段に設定する。そして、ヒータ制御手段は、ガスセンサ素子が上記目標温度になるようにヒータ部への通電を開始する。

【0020】上記通電を行っているときに、セル電圧検出手段によって上記検出部におけるセル電圧を検出し、

10

20

30

40

50

セル電流検出手段によって上記検出部におけるセル電流を検出する。また、上記インピーダンス演算手段は、検出したセル電圧及びセル電流に基づいて、インピーダンスを算出する。次いで、インピーダンス演算手段によって算出されたインピーダンスの値は、上記ヒータ制御手段に送信される。

【0021】そして、上記ヒータ制御手段は、上記算出したインピーダンスの値が、上記目標温度におけるインピーダンスの狙い値であるか否かを判定する。つまり、ヒータ制御手段は、上記算出したインピーダンスの値から算出されるガスセンサ素子の現在温度が、上記目標温度になっているか否かを判定する。そして、上記現在温度が上記目標温度になるように、ヒータ部に通電する電圧を可変させて、ヒータ電圧を制御する。

【0022】このようにして、上記ヒータ電圧の制御を行うことにより、ガスセンサ素子の温度を目標温度に制御することができる。ところで、例えば、検出部の電気化学セルにおいて測定する被測定ガスの温度、流速等が変動して、ガスセンサ素子におけるガス濃度の測定環境下に変動が生じたときには、上記ヒータ部における温度と上記検出部の電気化学セルにおける温度との間に温度差が生じる場合がある。

【0023】この場合に対し、本発明の温度制御装置は、上記のごとく、上記検出部の電気化学セルにおけるインピーダンスに基づき、ガスセンサ素子の温度の制御を行っている。そのため、上記電気化学セルの温度を、直接上記ガスセンサ素子の温度制御に反映することができる。それ故、本発明によれば、ガスセンサ素子におけるガス濃度の測定環境下の変動等の外乱に対しても、強固な温度制御装置を実現することができる。

【0024】また、上記ガスセンサ素子を長期間に渡って使用しているとき等には、ガスセンサ素子における検出部の電気化学セルに劣化等を生じ、上記検出部のインピーダンスとガスセンサ素子の温度との間の相関関数に狂いが生ずるおそれがある。これに対し、本発明においては、上記インピーダンス校正手段を有している。

【0025】即ち、本発明においては、このインピーダンス校正手段により、上記ヒータ抵抗と上記ヒータ電力との関係が上記ヒータ制御関数を満たすように、上記上記検出部のインピーダンスとガスセンサ素子の温度との間の相関関数を再設定する。そのため、上記検出部の電気化学セルに劣化等を生じた場合においても、上記検出部のインピーダンスとガスセンサ素子の温度との間の相関関数の狂いを校正することができる。

【0026】そのため、上記長期間の使用により電気化学セルに劣化等が生じてインピーダンス制御関数に狂いが生じたときでも、上記ヒータ制御関数を用いて、ガスセンサ素子の温度を適切に制御することができる。それ故、本発明のガスセンサ素子の温度制御装置によれば、高精度でガスセンサ素子の温度を制御することができ

る。

【0027】第3の発明は、電気化学セルを備えた検出部と、通電により発熱する発熱体を備えたヒータ部とを有するガスセンサ素子の温度を制御する方法において、上記ヒータ部におけるヒータ電圧及びヒータ電流を検出し、上記ヒータ電圧と上記ヒータ電流とに基づいてヒータ抵抗及びヒータ電力を算出し、上記ヒータ抵抗と上記ヒータ電力との関係が、ヒータ制御関数を満たすように、上記ヒータ電圧を制御することにより上記ガスセンサ素子の温度を制御することを特徴とするガスセンサ素子の温度制御方法にある（請求項6）。

【0028】本発明のガスセンサ素子の温度制御方法によれば、上記第1の発明における温度制御装置の優れた特性を生かして、ガスセンサ素子の温度を制御することができる。それ故、本発明のガスセンサ素子の温度制御方法によれば、高精度でガスセンサ素子の温度を制御することができる。

【0029】第4の発明は、電気化学セルを備えた検出部と、通電により発熱する発熱体を備えたヒータ部とを有するガスセンサ素子の温度を制御する方法において、上記検出部に交流電圧を印加すると共に該検出部におけるセル電圧及びセル電流を検出し、上記セル電圧と上記セル電流とに基づいて上記検出部のインピーダンスを算出し、上記インピーダンス演算手段によって算出されたインピーダンスの値が狙い値となるように、上記ヒータ電圧を制御することによって上記ガスセンサ素子の温度を制御するに当たり、上記ヒータ部におけるヒータ電圧及びヒータ電流を検出し、上記ヒータ電圧と上記ヒータ電流とに基づいてヒータ抵抗及びヒータ電力を算出し、上記ヒータ抵抗と上記ヒータ電力との関係が、ヒータ制御関数を満たすように、上記インピーダンスの狙い値を再設定することを特徴とするガスセンサ素子の温度制御方法にある（請求項7）。

【0030】本発明のガスセンサ素子の温度制御方法によれば、上記第2の発明における温度制御装置の優れた特性を生かして、ガスセンサ素子の温度を制御することができる。それ故、本発明のガスセンサ素子の温度制御方法によれば、高精度でガスセンサ素子の温度を制御することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】上記第1の発明、第2の発明、第3の発明及び第4の発明のいずれにおいても、上記ヒータ電圧の制御は上記ヒータ部に通電する電圧により行い、この電圧は、ヒータ部に電源装置を設けてこの電源装置の電圧を可変させることにより制御することができる。また、上記ヒータ電圧の制御は、通電する電圧を上下させて行うことができる。そして、この場合、例えば、上記ガスセンサ素子における現在温度が目標温度になったときには、ヒータ電圧を一定にすることができ、また、この場合、上記現在温度が目標温度よりも低



い場合にはヒータ電圧を上昇させ、一方、上記現在温度が目標温度よりも高い場合にはヒータ電圧を下降させて、現在温度が目標温度となるように、ヒータ電圧を制御することができる。

【0032】また、上記ヒータ電圧の制御は、通電する電圧を上下させるのではなく、通電する電圧の通電時間を変化させて行ってもよい。また、上記ヒータ電圧の制御は、上記現在温度が目標温度となるように、これらの間の誤差に基づきいわゆるフィードバック制御を行ってもよい。

【0033】また、上記ガスセンサ素子におけるガス濃度の測定環境下の変動としては、例えば、被測定ガスの温度、流速、組成等の変動、外気温の変動等が考えられる。また、上記ヒータ制御関数は、ガスセンサ素子のヒータ部の構造等が異なる場合は、このガスセンサ素子毎に求めておくことができる。この場合、ヒータ部の構造等の違いがヒータ制御関数に及ぼす影響を反映することができる。また、上記第2の発明及び第4の発明におけるインピーダンス制御関数についても、ガスセンサ素子の電気化学セルの構造等が異なる場合は、このガスセンサ素子毎に求めておくことができる。この場合、ガスセンサ素子における電気化学セルの構造の違い等がインピーダンス制御関数に及ぼす影響を反映することができる。

【0034】上記第1の発明及び第2の発明におけるガスセンサ素子の温度制御装置は、自動車のエンジンの排気系に設置するガスセンサ素子に使用することができる。また、上記温度制御装置は、エンジンの排気ガスに含まれるNOx、酸素ガス等のガス濃度を検出するガスセンサ素子に使用することができる。また、上記温度制御装置は、エンジンの空燃比制御、触媒制御又は劣化検知等に使用するガスセンサ素子に使用することができる。

【0035】また、上記第3の発明及び第4の発明におけるガスセンサ素子の温度制御方法は、自動車のエンジンの排気系に設置するガスセンサ素子の温度制御に使用することができる。また、上記温度制御方法は、エンジンの排気ガスに含まれるNOx、酸素ガス等のガス濃度を検出するガスセンサ素子の温度制御に使用することができる。また、上記温度制御方法は、エンジンの空燃比制御、触媒制御又は劣化検知等に使用するガスセンサ素子の温度制御に使用することができる。

【0036】また、上記第2の発明及び第4の発明において、上記検出部に印加する交流電圧は、正弦波、矩形波、三角波、もしくはそれらに類した波形とすることができる。また、上記第2の発明において、上記インピーダンス校正手段は、上記ヒータ抵抗と上記ヒータ電力との関係がヒータ制御関数を満たすように、上記インピーダンス制御関数におけるインピーダンスの狙い値を再設定することができる。また、上記第4の発明におけるガ

スセンサ素子の温度制御方法において、上記インピーダンス制御関数の再設定は、上記ヒータ抵抗と上記ヒータ電力との関係がヒータ制御関数を満たすように、上記インピーダンス制御関数におけるインピーダンスの狙い値を再設定することによって行うことができる。

【0037】また、上記第2の発明又は第4の発明において、上記ヒータ抵抗と上記ヒータ電力との関係が上記ヒータ制御関数を満たしている場合とは、上記インピーダンス演算手段により算出されたインピーダンスの値を上記インピーダンス制御関数に代入して求まる温度が、上記ヒータ演算手段により算出されたヒータ抵抗及びヒータ電力の値を上記ヒータ制御関数に代入して求まる温度との間に誤差が生じていない場合とすることができる。なお、この誤差は、ガスセンサ素子の目標温度の誤差として許容される範囲内の誤差とすることができる。

【0038】また、上記ガスセンサ素子の温度制御装置は、エンジンの排気ガスを測定するガスセンサ素子の温度を制御する装置とすることができる（請求項3）。この場合、上記温度制御装置により、ガスセンサ素子の温度制御を行い、エンジンの排気ガスの濃度の測定を高精度にすることができる。

【0039】また、上記第2の発明の温度制御装置においては、上記インピーダンス校正手段は、上記検出部において検出する被測定ガスの温度又は被測定ガスの流速の少なくともいずれか一方の変動が所定の範囲内にあるときに、上記インピーダンス制御関数の再設定を行う時期を検出するインピーダンス校正時期検出手段を有している（請求項4）。

【0040】この場合、上記インピーダンス制御関数の再設定を行う際に、上記ヒータ抵抗と上記ヒータ電力との関係が上記ヒータ制御関数を満たしていないときは、上記被測定ガスの温度又は被測定ガスの流速が変動したことによって生じているのではないと、インピーダンス校正時期検出手段によって検出することができる。即ち、上記ヒータ制御関数を満たしていないときは、上記電気化学セルの劣化等が起こって生じていると検出することができる。そのため、この検出を行っているときに、上記インピーダンス制御関数の校正を行うことにより、正確にインピーダンス制御関数の校正を行うことができる。

【0041】また、上記インピーダンス校正手段は、上記エンジンの回転数の変動が所定の範囲内にあるときに、上記インピーダンス制御関数の再設定を行う時期を検出するインピーダンス校正時期検出手段を有している（請求項5）。

【0042】この場合、上記インピーダンス制御関数の再設定を行う際に、上記ヒータ抵抗と上記ヒータ電力との関係が上記ヒータ制御関数を満たしていないときは、上記エンジンの回転数が変動したことによって生じているのではないと、インピーダンス校正時期検出手段によ



って検出することができる。

【0043】即ち、上記ヒータ制御関数を満たしていないときは、上記電気化学セルの劣化等が起こって生じていると検出することができる。そのため、この検出を行っているときに、上記インピーダンス制御関数の校正を行うことにより、インピーダンス制御関数の校正を正確に行うことができる。また、上記エンジンの回転数の変動が所定の範囲内にあるときは、例えば、アイドリングを行っているときとすることができる。

【0044】また、上記ガスセンサ素子の温度制御方法においても、エンジンの排気ガスを測定するガスセンサ素子の温度を制御することができる（請求項9）。この場合、上記温度制御装置により、ガスセンサ素子の温度制御を行い、エンジンの排気ガスの濃度の測定を高精度にすることができる。

【0045】また、上記インピーダンス制御関数の再設定は、上記検出部において検出する被測定ガスの温度又は被測定ガスの流速の少なくともいずれか一方の変動が所定の範囲内にあるときに行うことができる（請求項10）。この場合、上記温度制御方法において、上記イン

ピーダンス制御関数の再設定を行う際に、上記ヒータ抵抗と上記ヒータ電力との関係が上記ヒータ制御関数を満たしていないときは、上記被測定ガスの温度又は被測定ガスの流速が変動したことによって生じているのではないと検出することができる。

【0046】即ち、上記ヒータ制御関数を満たしていないときは、上記電気化学セルの劣化等が起こって生じていると検出することができる。そのため、この検出を行っているときに、上記インピーダンス制御関数の校正を行うことにより、インピーダンス制御関数の校正を正確

に行うことができる。また、上記エンジンの回転数の変動が所定の範囲内にあるときは、例えば、アイドリングを行っているときとすることができる。

【0049】

【実施例】（実施例1）本例におけるガスセンサ素子の温度制御方法は、ガスセンサ素子に設けたヒータ部に

けるヒータ抵抗とヒータ電力との間には相関関係があることを利用するものである。即ち、図1に示すごとく、本例の温度制御方法では、電気化学セル61を備えた検出部6と、通電により発熱する発熱体21を備えたヒータ部2とを有するガスセンサ素子1の温度の制御を行う。そして、上記ヒータ部2には、ヒータ電圧の検出を行うヒータ電圧検出手段51と、ヒータ電流の検出を行うヒータ電流検出手段52とを設けておく。

【0050】そして、上記温度制御を行うに当たっては、上記ヒータ部2におけるヒータ電圧 $V_h$ 及びヒータ電流 $I_h$ を検出し、このヒータ電圧 $V_h$ とヒータ電流 $I_h$ とに基づいてヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ を算出する。そして、このヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との関係が、予め求めておいたヒータ制御関数 $F_h$ を満たすように、上記ヒータ電圧 $V_h$ を制御することにより上記ガスセンサ素子1の温度を制御する。

【0051】以下に、これを詳説する。まずは、本例において用いるガスセンサ素子1の構成について説明する。図2に示すごとく、ガスセンサ素子1は、絶縁材に外周を保持されて円筒ハウジング3内に收容されている。ガスセンサ素子1は、平板状に形成されており、一方の端部110は、上記ハウジング3よりも突出して、ハウジング3の一方の端部310に固定された容器状の排気カバー31内に收容されている。

【0052】この排気カバー31は、ステンレス製の内部カバー311と外部カバー312との2重構造となっている。内部カバー311及び外部カバー312の側壁と底壁には、被測定ガスである排気ガスを排気カバー31内に導入するための導入口313及び導入口314がそれぞれ形成してある。

【0053】上記ハウジング3の他方の端部320には、筒状のメインカバー321とその端部を覆うサブカバー322とからなる大気カバー32が固定されている。メインカバー321及びサブカバー322は、ガスセンサ素子1に基準ガスである大気を導入する必要があるため、それらの側壁の互いに対向する位置に大気口323及び大気口324を設ける。そして、これら大気口323及び大気口324より大気カバー32内に大気を導入するようになっている。

【0054】また、メインカバー321とサブカバー322との間において、大気口323と大気口324とが形成されている部分には、防水のための撥水性のフィルタ325が設けてある。また、上記大気カバー32のガスセンサ素子1が位置する側とは反対側の端部には開口部326が設けてあり、ガスセンサ素子1の他方の端部120に接続されたリード線33がこの開口部326から大気カバー32の外部に延びている。

【0055】また、上記リード線33は、後述するヒータ部2におけるリード部211に対応し、後述するヒータ直流回路に接続されている。また、上記リード部33

は、後述する検出部6におけるリード部611にも対応しており、後述する交流回路70に接続されている。

【0056】本例のガスセンサ素子の温度制御装置101は、自動車のエンジンの排気ガスを測定するガスセンサ素子1の温度を制御する装置である。また、本例におけるガスセンサ素子1は、排気ガスに含まれる $\text{NO}_x$ 、酸素等を測定することによって、エンジンの燃焼制御を最適に行うために使用されるものである。

【0057】また、図3に示すごとく、本例におけるガスセンサ素子1は、積層型ガスセンサ素子10である。この積層型ガスセンサ素子10は、酸素イオンの導電性を有する固体電解質板11、絶縁性を有するスペーサ12及びセラミック板13を積層させて形成されている。また、この積層型ガスセンサ素子10には、被測定ガスを導入する被測定ガス空間14と、被測定ガスのガス濃度を測定する際の基準とする基準ガスを導入する基準ガス空間15とが設けてある。

【0058】また、上記電気化学セル61は、上記固定電解質板11と、この固定電解質板11を挟むようにして設けた一对の電極615、616とからなり、一方の電極615は上記被測定ガス空間14に曝され、他方の電極616は上記基準ガス空間15に曝されている。また、上記発熱体21は、スペーサ12とセラミック板13との間に設けてある。

【0059】図1に示すごとく、本例の温度制御方法においては、温度制御装置101を用いてガスセンサ素子1の温度の制御を行う。同図に示すごとく、温度制御装置101は、ヒータ電圧 $V_h$ を検出するヒータ電圧検出手段51、ヒータ電流 $I_h$ を検出するヒータ電流検出手段52、ヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ を算出するヒータ演算手段5、ガスセンサ素子1の温度を制御するヒータ制御手段4を有している。

【0060】上記ヒータ部2は、上記ガスセンサ素子1の内部に配置された発熱体21と、発熱体21に通電を行う電源装置22と、該電源装置22と発熱体21とを結ぶリード部211とを有している。また、本例においては、電源装置22は直流電源装置である。また、ヒータ部2は電源装置22によりヒータ直流回路20を形成している。上記ヒータ電圧検出手段51は、上記ヒータ直流回路20に設けてあり、発熱体21を含むヒータ部2における電圧を測定するようになっている。また、上記ヒータ電流検出手段52もまた、ヒータ直流回路20に設けてあり、発熱体21を含むヒータ部2に流れる電流を測定するようになっている。

【0061】上記ヒータ演算手段5は、ヒータ電圧検出手段51と電氣的に接続されており、ヒータ電圧検出手段51から電圧の信号を受信するようになっている。上記ヒータ演算手段5は、ヒータ電流検出手段52とも電氣的に接続されており、ヒータ電流検出手段52から電流の信号を受信するようになっている。そして、ヒータ

演算手段5は、ヒータ電圧 $V_h$ 及びヒータ電流 $I_h$ からヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ を求めるようになっている。また、上記ヒータ演算手段5は、ヒータ制御手段4と電氣的に接続されており、ヒータ制御手段4にヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ を送信するようになっている。

【0062】上記ヒータ制御手段4は、上記ヒータ抵抗 $R_h$ と上記ヒータ電力 $W_h$ との関係が、ヒータ制御関数 $F_h$ を満たすように、上記電源装置22の電圧を可変させてヒータ電圧 $V_h$ を制御する。そして、ヒータ制御手段4は、上記ヒータ抵抗 $R_h$ と上記ヒータ電力 $W_h$ との関係が、ヒータ制御関数 $F_h$ を満たす場合に、ガスセンサ素子1の温度が所望とする目標温度 $T_r$ になっているとする。

【0063】本例においては、上記ヒータ制御関数 $F_h$ は、ガスセンサ素子1におけるガス濃度の測定環境下が変動したときに、ガスセンサ素子1の温度を所望の各目標温度 $T_r$ に保つときの上記ヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との相関関係 $F_s$ として求めておく。

【0064】以下に、上記相関関数 $F_s$ を求める方法につき説明する。本例においては、相関関数 $F_s$ を求めるに当たり、ガスセンサ素子1における電気化学セル61の近傍に温度センサを設置し、この温度センサの温度をガスセンサ素子1の温度とする。そして、ガスセンサ素子1の温度が所望の目標温度 $T_r$ となるように、電源装置22の電圧を可変させてヒータ部2に通電するヒータ電圧 $V_h$ を制御した。そして、ガスセンサ素子1の温度が所望の目標温度 $T_r$ になったときのヒータ電圧 $V_h$ 及びヒータ電流 $I_h$ を読み取り、これらよりヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ を算出した。

【0065】本例においては、上記所望の目標温度 $T_r$ は、730℃、750℃、770℃とした。また、本例においては、ガスセンサ素子1におけるガス濃度の測定環境下の変動は、検出部6の電気化学セル61においてガス濃度の測定を行う被測定ガスの温度 $T_g$ の変化とした。そして、この被測定ガスの温度 $T_g$ の変化がガスセンサ素子1の温度に与える影響を加味して、上記ヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との相関関数 $F_s$ を求めた。

【0066】横軸にヒータ電力 $W_h$ 、縦軸にヒータ抵抗 $R_h$ を取り、上記ガスセンサ素子1の温度及び被測定ガスの温度 $T_g$ をパラメータとして、ヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ とをプロットしたのが、図4である。同図より、概ね、ヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との相関関数 $F_s$ は、ガスセンサ素子1の温度を高くするためにヒータ電圧 $V_h$ を上昇させると、ヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ は共に上昇する関係を有していることがわかる。また、上記相関関数 $F_s$ は、被測定ガスの温度 $T_g$ を高くした場合には、ヒータ抵抗 $R_h$ は上昇するが、ヒータ電力 $W_h$ は低下する関係を有していることがわかる。

【0067】以下に、上記相関関数 $F_s$ について詳説する。ガスセンサ素子1の温度が一定である場合のヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との関係は、相関関数 $F_{s1}$ に近似することができる。この相関関数 $F_{s1}$ は右肩下りの比例関数となった。この相関関数 $F_{s1}$ によれば、被測定ガスの温度 $T_g$ が変化した場合においても、検出するヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との値が、上記相関関数 $F_{s1}$ を満たすように、つまり上記相関関数 $F_{s1}$ のライン上に近づくようにヒータ電圧 $V_h$ を制御すれば、ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ が得られることがわかる。

【0068】また、被測定ガスの温度 $T_g$ が一定である場合のヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との関係は、関数 $F_{s2}$ に近似することができる。この相関関数 $F_{s2}$ は右肩上がりの比例関数となった。

【0069】この関数 $F_{s2}$ によれば、ガスセンサ素子1の温度は、ヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ とが上昇したときに上昇する。つまり、検出したヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との関係が、上記ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ における相関関数 $F_{s1}$ のラインよりも、左下方向にある場合（図5の $T_{h1}$ 参照）には、ガスセンサ素子1の現在温度 $T_{h1}$ は、目標温度 $T_r$ よりも低いことになる。そのため、上記ヒータ制御手段4によりヒータ電圧 $V_h$ を上昇させて、ヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ が上記ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ における相関関数 $F_{s1}$ のラインに近づくようにすれば、ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ が得られることがわかる。

【0070】一方、検出したヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との関係が、上記ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ における相関関数 $F_{s1}$ のラインよりも、右上方向にある場合（図5の $T_{h2}$ 参照）には、ガスセンサ素子1の現在温度 $T_{h2}$ は、目標温度 $T_r$ よりも高いことになる。そのため、上記ヒータ制御手段4によりヒータ電圧 $V_h$ を下降させて、ヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ が上記ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ における相関関数 $F_{s1}$ のラインに近づくようにすれば、ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ が得られることがわかる。

【0071】次に、図6のフローチャートを用いて、ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ を得る方法の一例を説明する。まずは、上記の手順に従って、ヒータ制御関数 $F_h$ としての相関関数 $F_s$ を求めておく。次いで、上記ヒータ制御手段4により、電源装置22の電圧を上げて発熱体21を含むヒータ部2に通電し、ガスセンサ素子1の温度を上昇させる。また、ガスセンサ素子1においてガス濃度を検出するのに適した温度を、ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ として、相関関数 $F_s$ において目標温度 $T_r$ を維持するための相関関数 $F_{s1}$ をヒータ制御手段4に設定する。

【0072】そして、ステップS100において、ガス

センサ素子1の温度制御をスタートする。次いで、ステップS101において、上記ヒータ電圧検出手段51によりヒータ電圧 $V_h$ を検出すると共に、上記ヒータ電流検出手段52によりヒータ電流 $I_h$ を検出する。次いで、ステップS102において、上記ヒータ演算手段5によりヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ を算出する。このヒータ抵抗 $R_h$ は、 $R_h = V_h / I_h$ より求め、ヒータ電力 $W_h$ は、 $W_h = V_h \times I_h$ より求める。また、このヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ は、ヒータ制御手段4に送信される。

【0073】次いで、ステップS103において、ヒータ制御手段4は、上記ヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との値が、上記相関関数 $F_{s1}$ を満たすか否かを判定する。つまり、ヒータ制御手段4は、算出したヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との値により求まるガスセンサ素子1の現在温度 $T_h$ が、目標温度 $T_r$ よりも高いか低いかを判定する。S103の判定がYesの場合は、再びS101に戻る。なお、この場合は、上記電源電圧22の電圧を可変させる必要がない場合であり、ヒータ制御手段4はこの電圧の値を維持する。

【0074】一方、S103の判定がNoの場合は、ヒータ制御手段4は、ステップS104において上記ヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との値が、上記相関関数 $F_{s1}$ よりも左下方向にあるか否かを判定する。つまり、この場合は、上記現在温度 $T_h$ が目標温度 $T_r$ よりも低いか否かを判定していることになる。

【0075】S104の判定がYesの場合は、現時点におけるヒータ抵抗 $R_{h1}$ とヒータ電力 $W_{h1}$ との値より求められるガスセンサ素子1の現在温度 $T_{h1}$ が、目標温度 $T_r$ よりも低い場合（図5の $T_{h1}$ 参照）であるため、ステップS105において、上記ヒータ制御手段4により電源装置22の電圧を上げる。そして、その後、再びS101を行う。

【0076】一方、S104の判定がNoの場合は、現時点におけるヒータ抵抗 $R_{h2}$ とヒータ電力 $W_{h2}$ との値より求められるガスセンサ素子1の現在温度 $T_{h2}$ が、目標温度 $T_r$ よりも高い場合（図5の $T_{h2}$ 参照）であるため、ステップS106において上記ヒータ制御手段4により電源装置22の電圧を下げる。そして、その後、再びS101を行う。

【0077】そして、上記電源装置22の電圧の上げ下げを繰り返してヒータ電圧 $V_h$ を制御することにより、最終的には、ガスセンサ素子1の温度を目標温度 $T_r$ に保つためのヒータ電圧 $V_h$ の値が維持される。このように、上記ヒータ制御手段4により電源装置22の電圧を可変させてヒータ電圧 $V_h$ を制御することにより、ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ を得ることができる。

【0078】なお、上記ヒータ電圧 $V_h$ を制御してガスセンサ素子1の温度を制御するに際して、図6のフローチャートによれば、上記S101～S106の制御ルー

ブを繰り返す間で、ガスセンサ素子1の現在温度 $T_h$ が、目標温度 $T_r$ よりもかなり低い場合には、上記ヒータ電圧 $V_h$ はほとんど最大の値に制御することになる。そして、現在温度 $T_h$ が始めて目標温度 $T_r$ になったあるいは始めて目標温度 $T_r$ を超えたときに、ヒータ電圧 $V_h$ の値が下がることになる。そして、その後、現在温度 $T_h$ が上記目標温度 $T_r$ の近傍で変位するようになり、例えば、ガスセンサ素子1のガス濃度の測定環境下に変動がないときには、ヒータ電圧 $V_h$ の値とガスセンサ素子1の温度とがつりあい、このガスセンサ素子1の温度が目標温度 $T_r$ に維持されることになる。

【0079】また、上記S103において、ヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ の値が相関関数 $F_{s1}$ を満たす場合を、相関関数 $F_{s1}$ のライン上とするのではなく、ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ に許容される誤差の範囲内で、右上方向又は左下方向の少なくともいずれか一方に幅を持たせて設定してもよい。

【0080】また、本例では、ヒータ電圧 $V_h$ の制御は、上記電源装置22の電圧を上げ下げして行った。これに対して、上記電源装置22の電圧によりヒータ部に通電する時間を可変させて、ヒータ電圧 $V_h$ の制御を行ってもよい。また、上記ヒータ抵抗 $R_h$ と上記ヒータ電力 $W_h$ との値が上記相関関数 $F_{s1}$ に近づくように、目標温度 $T_r$ と現在温度 $T_h$ との誤差に基づくPID制御等のフィードバック制御を行ってもよい。

【0081】ところで、例えば、検出部6の電気化学セル61において測定する被測定ガスの温度 $T_g$ が変動して、ガスセンサ素子1におけるガス濃度の測定環境下に変動が生じたときには、上記ヒータ部2における温度と上記検出部6における温度との間に温度差が生じる場合がある。これに対し、本例においては、上記のごとく、上記ヒータ制御関数 $F_h$ が、ガスセンサ素子1におけるガス濃度の測定環境下に変動があったときに、この変動がヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ に与える影響をも加味した相関関数 $F_s$ となっている。

【0082】そのため、上記変動があったときにも、この変動に対するヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ の値の変化をも加味した相関関数 $F_s$ を用いて、ガスセンサ素子1の温度を適切に制御することができる。そして、相関関数 $F_s$ によりガスセンサ素子1の温度を適切に制御することにより、間接的には、上記検出部6の電気化学セル61における温度を適切に制御することができる。それ故、本例のガスセンサ素子1の温度制御方法によれば、高精度でガスセンサ素子1の温度を制御することができる。

【0083】（実施例2）本例におけるガスセンサ素子の温度制御方法は、検出部のインピーダンスとガスセンサ素子の温度との間には相関関係があることを利用するものである。そして、本例は、上記実施例1で示したヒータ抵抗とヒータ電力との間における相関関係により、

上記インピーダンスに基づく温度制御をより適切にしようとするものである。

【0084】即ち、図7に示すごとく、本例の温度制御方法においても、電気化学セル61を備えた検出部6と、通電により発熱する発熱体21を備えたヒータ部2とを有するガスセンサ素子1の温度の制御を行う。そして、上記ヒータ部2には、ヒータ電圧 $V_h$ の検出を行うヒータ電圧検出手段51と、ヒータ電流 $I_h$ の検出を行うヒータ電流検出手段52とを設けておく。また、上記ヒータ演算手段5は、検出したヒータ電圧 $V_h$ 及びヒータ電流 $I_h$ に基づいて、ヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ を算出するよう構成されている。

【0085】また、本例においては、上記ガスセンサ素子1の検出部6に上記交流電圧印加手段73を設け、この交流電圧印加手段73による交流回路70の一部に上記セル電圧検出手段71及びセル電流検出手段72を設ける。そして、これらによって検出したセル電圧 $V_c$ 及びセル電流 $I_c$ に基づいて、インピーダンス演算手段7は検出部6のインピーダンス $R_c$ を算出する。

【0086】そして、本例の温度制御方法は、上記インピーダンス演算手段7によって算出されたインピーダンス $R_c$ の値が予め求めておいたインピーダンス制御関数 $F_c$ を満たすように、上記ヒータ電圧 $V_h$ を制御することによって上記ガスセンサ素子1の温度を制御する。そして、本例においては、この温度制御を行うに当たって、上記ヒータ抵抗 $R_h$ と上記ヒータ電力 $W_h$ との関係が、ヒータ制御関数 $F_h$ を満たすように、上記インピーダンス制御関数 $F_c$ の再設定を行う。

【0087】以下に、これを詳説する。本例の温度制御方法においては、温度制御装置102を用いてガスセンサ素子の温度の制御を行う。本例の温度制御装置102は、検出部6に交流電圧を印加する交流電圧印加手段73、検出部6のセル電圧 $V_c$ を検出するセル電圧検出手段71、検出部6のセル電流 $I_c$ を検出するセル電流検出手段72、検出部6のインピーダンス $R_c$ を算出するインピーダンス演算手段7、ガスセンサ素子1の温度を制御するヒータ制御手段4を有している。

【0088】また、本例の温度制御装置102は、上記実施例1と同様にして、ヒータ部2のヒータ電圧 $V_h$ を検出するヒータ電圧検出手段51、ヒータ部2のヒータ電流 $I_h$ を検出するヒータ電流検出手段52、ヒータ電圧 $V_h$ 及び電流 $I_h$ よりヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ を算出するヒータ演算手段5を有している。

【0089】上記検出部6は、上記電気化学セル61とリード部611とによって構成されている。また、上記交流電圧印加手段73は、一定の周期及び振幅の交流電圧を発生させて、検出部6にこの交流電圧を印加する。上記セル電圧検出手段71は、上記交流回路70に設けてあり、電気化学セル61を含む検出部6における交流電圧を測定するようになっている。また、上記電流検出

手段72もまた、交流回路70に設けてあり、電気化学セル61を含む検出部6に流れる交流電流を測定するようになっている。

【0090】上記インピーダンス演算手段7は、セル電圧検出手段71と電気的に接続されており、セル電圧検出手段71から電圧の信号を受信するようになっている。また、インピーダンス演算手段7は、セル電流検出手段72とも電気的に接続されており、セル電流検出手段72から電流の信号を受信するようになっている。そして、インピーダンス演算手段7は、セル電圧 $V_c$ 及びセル電流 $I_c$ からインピーダンス $R_c$ の値を求めるようになっている。また、上記インピーダンス演算手段7は、ヒータ制御手段4と電気的に接続されており、ヒータ制御手段4にインピーダンス $R_c$ の値を送信するようになっている。

【0091】そして、本例におけるヒータ制御手段4は、上記インピーダンス演算手段7によって算出されたインピーダンス $R_c$ の値がインピーダンス制御関数 $F_c$ を満たすように、上記電源装置22の電圧を可変させて上記ヒータ電圧 $V_h$ を制御する。また、本例の温度制御装置102は、上記ヒータ抵抗 $R_h$ と上記ヒータ電力 $W_h$ との関係がヒータ制御関数 $F_h$ を満たすように、上記インピーダンス制御関数 $F_c$ を再設定するインピーダンス校正手段41を有している。本例においては、このインピーダンス校正手段41は、上記ヒータ制御手段4の内部に構成されている。

【0092】本例においても、上記ヒータ制御関数 $F_h$ は、ガスセンサ素子1におけるガス濃度の測定環境下が変動したときに、ガスセンサ素子1の温度を所望の各目標温度 $T_r$ に保つときの上記ヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との相関関係 $F_s$ として求めておく。

【0093】また、本例においては、上記インピーダンス制御関数 $F_c$ を上記インピーダンス $R_c$ とガスセンサ素子1の温度との相関関数 $F_p$ として求めておく。この相関関数 $F_p$ を求めるに当たっては、ガスセンサ素子1における電気化学セル61の近傍に温度センサを設置し、この温度センサの温度をガスセンサ素子1の温度とする。そして、ガスセンサ素子1の温度が所望の目標温度 $T_r$ となるように、電源装置22の電圧を可変させてヒータ部2に通電するヒータ電圧 $V_h$ を制御した。

【0094】また、上記検出部6に交流電圧を印加した状態で上記ヒータ電圧 $V_h$ を制御し、ガスセンサ素子1の温度が所望の目標温度 $T_r$ になったときのセル電圧 $V_c$ 及びヒータ電流 $I_c$ を読み取り、これらよりインピーダンス $R_c$ を算出した。こうして、各目標温度 $T_r$ と、各目標温度 $T_r$ を維持したときのインピーダンス $R_c$ の値とより、上記相関関数 $F_p$ を求めた。

【0095】この相関関数 $F_p$ は、図8に示すような反比例のグラフとなった。即ち、同図より、インピーダンス $R_c$ が上昇するとガスセンサ素子1の温度 $T_c$ は低く

なり、一方、インピーダンス $R_c$ が下降するとガスセンサ素子1の温度 $T_c$ は高くなることわかる。

【0096】次に、図9、図10のフローチャートを用いて、ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ を得る方法の一例を説明する。まずは、上記の手順に従って、ヒータ制御関数 $F_h$ としての相関関数 $F_s$ 及びインピーダンス制御関数 $F_c$ としての相関関数 $F_p$ を求めておく。本例においては、ガスセンサ素子1においてガス濃度を検出するのに適した温度を、ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ として、相関関数 $F_p$ において目標温度 $T_r$ を維持するためのインピーダンス $R_c$ の値をインピーダンスの狙い値 $R_r$ として、ヒータ制御手段4に設定する。

【0097】また、上記相関関数 $F_s$ において目標温度 $T_r$ を維持するための目標温度 $T_r$ における相関関数 $F_{s1}$ をヒータ制御手段4に設定する。また、後述するごとく、本例においては、上記ガスセンサ素子1の温度が目標温度 $T_r$ になったときの上記ヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ を上記相関関数 $F_s$ に代入して求まるガスセンサ素子1の現在温度 $T_h$ が、ガスセンサ素子1の実際の温度 $T_s$ であるとして、上記インピーダンスの狙い値 $R_r$ を校正して、上記目標温度 $T_r$ を得る。

【0098】そして、上記ヒータ制御手段4により、電源装置22の電圧を上げて発熱体21を含むヒータ部2に通電し、ガスセンサ素子1の温度を上昇させ、ステップS200において、ガスセンサ素子1の温度制御をスタートする。次いで、ステップS201において、上記交流電圧印加手段73により、ガスセンサ素子1の検出部6に交流電圧を印加する。次いで、ステップS202において、上記セル電圧検出手段71により検出部6のセル電圧 $V_c$ を検出すると共に、上記セル電流検出手段72により、検出部6のセル電流 $I_c$ を検出する。

【0099】次いで、ステップS203において、上記インピーダンス演算手段7により、インピーダンス $R_c$ を算出する。このインピーダンス $R_c$ は、 $R_c = V_c / I_c$ より求める。そして、このインピーダンス $R_c$ は、ヒータ制御手段4に送信される。

【0100】次いで、ステップS204において、上記インピーダンス校正手段41により、上記インピーダンスの狙い値 $R_r$ の校正を行う時期を判定する。本例においては、S204の判定がYesの場合、つまり狙い値 $R_r$ の校正時期である場合は、上記インピーダンス演算手段7によって算出されたインピーダンス $R_c$ の値が、上記狙い値 $R_r$ になったときとする。そして、S204の判定がYesの場合には、後述する狙い値 $R_r$ の再設定のフローであるステップS205(図10のステップS251~S257)を実行して、狙い値 $R_r$ の再設定を行う。

【0101】一方、S204の判定がNoの場合には、ステップS206において、ヒータ制御手段4は、算出したインピーダンス $R_c$ の値が上記狙い値 $R_r$ であるか



否かの判定を行う。つまり、S206において、ヒータ制御手段4は、算出したインピーダンス $R_c$ の値により求まるガスセンサ素子1の現在温度 $T_c$ が、目標温度 $T_r$ よりも高いか低いかを判定する。S206の判定がYesの場合は、 $R_c$ と $R_r$ とが同じである場合であり、再びS201に戻る。なお、この場合は、上記電源電圧22の電圧を可変させる必要がない場合であり、ヒータ制御手段4はこの電圧の値を維持する。

【0102】一方、S206の判定がNoの場合は、ステップS207において、ヒータ制御手段4は、上記算出したインピーダンス $R_c$ の値が、上記狙い値 $R_r$ よりも高いか否かを判定する。つまり、この場合は、上記現在温度 $T_c$ が目標温度 $T_r$ よりも低いかなかを判定していることになる。

【0103】S207の判定がYesの場合は、上記算出した現在のインピーダンス $R_{c1}$ の値より求められるガスセンサ素子1の現在温度 $T_{c1}$ が、目標温度 $T_r$ よりも低い場合（図8の $T_{c1}$ 参照）であるため、ステップS208において、上記ヒータ制御手段4により電源装置22の電圧を上げる。そして、その後、再びS201を行う。

【0104】S207の判定がNoの場合は、上記算出した現在のインピーダンス $R_{c2}$ の値より求められるガスセンサ素子1の現在温度 $T_{c2}$ が、目標温度 $T_r$ よりも高い場合（図8の $T_{c2}$ 参照）であるため、ステップS209において、上記ヒータ制御手段4により電源装置22の電圧を下げる。そして、その後、再びS201を行う。

【0105】そして、上記電源装置22の電圧の上げ下げを繰り返してヒータ電圧 $V_h$ を制御し、算出したインピーダンス $R_c$ の値が上記狙い値 $R_r$ になったとき（上記S206における判定がYesとなったとき）、上記S204における狙い値 $R_r$ の校正時期の条件を満たすことになり（S204の判定がYesになり）、この後、上記S205を実行する。

【0106】図10に、S205におけるインピーダンスの狙い値 $R_r$ の再設定のフローチャートを示す。即ち、上記S204の判定がYesになった場合には、まず、S251において、上記ヒータ電圧検出手段51によりヒータ電圧 $V_h$ を検出すると共に、上記ヒータ電流検出手段52によりヒータ電流 $I_h$ を検出する。次いで、ステップS252において、上記ヒータ演算手段5によりヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ を算出する。このヒータ抵抗 $R_h$ は、 $R_h = V_h / I_h$ より求め、ヒータ電力 $W_h$ は、 $W_h = V_h \times I_h$ より求める。また、このヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ は、ヒータ制御手段4に送信される。

【0107】次いで、ステップS253において、ヒータ制御手段4は、上記ヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との値が、上記目標温度 $T_r$ における相関関数 $F_{s1}$ を

満たすか否かを判定する。つまり、算出したヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との値により求まるガスセンサ素子1の現在温度 $T_h$ （ガスセンサ素子1の実際の温度 $T_s$ ）が、上記目標温度 $T_r$ よりも高いか低いかを判定する。

【0108】S253の判定がYesの場合は、ステップS254において、上記ヒータ制御手段4は、狙い値 $R_r$ の値を維持する。この場合は、上記ヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ とより求まる相関関数 $F_{s1}$ と、上記目標温度 $T_r$ における相関関数 $F_{s1}$ とが一致している場合であり、上記現在温度 $T_h$ と上記目標温度 $T_r$ との間に誤差がない場合である。即ち、この場合は、上記狙い値 $R_r$ を校正させる必要がない場合であり、ヒータ制御手段4はこの狙い値 $R_r$ の値を維持する。そして、その後、上記S206を再び実行する。

【0109】一方、S253の判定がNoの場合は、ヒータ制御手段4は、ステップS255において、上記ヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ とより求まる相関関数 $F_{s1h}$ が、上記目標温度 $T_r$ における相関関数 $F_{s1}$ よりも左下方向にあるか否かを判定する。つまり、この場合は、上記相関関数 $F_{s1h}$ に代入して求められるガスセンサ素子1の現在温度 $T_h$ が目標温度 $T_r$ よりも低いかなかを判定していることになる。

【0110】また、上記現在温度 $T_h$ がガスセンサ素子1の実際の温度 $T_s$ である。そのため、上記S255の判定がYesの場合は、上記実際の温度 $T_s$ における相関関数 $F_{s1h}$ が上記目標温度 $T_r$ における相関関数 $F_{s1}$ よりも左下方向にある場合であり、上記実際の温度 $T_s$ が上記目標温度 $T_r$ よりも低い場合である。

【0111】即ち、S255の判定がYesの場合は、現在のヒータ抵抗 $R_{h3}$ と現在のヒータ電力 $W_{h3}$ との値より求められるガスセンサ素子1の現在温度 $T_{h3}$ が、目標温度 $T_r$ よりも低い場合（図11の $T_{h3}$ 参照）であるため、ステップS256において、上記ヒータ制御手段4により上記狙い値 $R_r$ を上げる。そして、その後、上記S206の判定を再び実行する。

【0112】そして、再びS206の判定を実行すると、狙い値 $R_r$ が上がったため、算出したインピーダンス $R_c$ の値の方が狙い値 $R_r$ よりも小さくなっており、この判定はNoになる。そして、さらに、S207の判定を実行して、この判定がNoになり、S209において、ヒータ制御手段4は、電源装置22の電圧を下げて、ガスセンサ素子1の温度 $T_c$ を下降させる。こうして、ガスセンサ素子1の温度 $T_c$ が校正後の目標温度 $T_r$ になるように制御される。

【0113】一方、上記S255の判定がNoの場合は、上記実際の温度 $T_s$ における相関関数 $F_{s1h}$ が上記目標温度 $T_r$ における相関関数 $F_{s1}$ よりも右上方向にある場合であり、上記実際の温度 $T_s$ が上記目標温度 $T_r$ よりも高い場合である。即ち、S255の判定がN

10

20

30

40

50

oの場合は、現在のヒータ抵抗 $R_h4$ とヒータ電力 $W_h4$ との値より求められるガスセンサ素子1の現在温度 $T_h4$ が、目標温度 $T_r$ よりも高い場合（図11の $T_h4$ 参照）であるため、ステップS257において、上記ヒータ制御手段4により上記狙い値 $R_r$ を下げる。そして、その後、上記S206の判定を再び実行する。

【0114】そして、再びS206の判定を実行すると、狙い値 $R_r$ が下がったため、算出したインピーダンス $R_c$ の値の方が狙い値 $R_r$ よりも大きくなっており、この判定はNoになる。そして、さらに、S207の判定を実行して、この判定がYesになり、S208において、ヒータ制御手段4は、電源装置22の電圧を上げて、ガスセンサ素子1の温度 $T_c$ を上昇させる。こうして、ガスセンサ素子1の温度 $T_c$ が校正後の目標温度 $T_r$ になるように制御される。

【0115】そして、上記電源装置22の電圧の上げ下げを繰り返して、算出されたインピーダンス $R_c$ の値が校正後の狙い値 $R_r$ になったときには、再び上記S204における判定がYesになり、上記S205における狙い値 $R_r$ の再設定を繰り返す。このようにして、上記狙い値 $R_r$ の再設定を繰り返すことにより、上記相関関数 $F_{s1h}$ によるガスセンサ素子1の現在温度 $T_h$ （ガスセンサ素子1の実際の温度 $T_s$ ）と、上記狙い値 $R_r$ における目標温度 $T_r$ とがほとんど一致するようになる。そして、このときには、ガスセンサ素子1の温度 $T_c$ を校正後の目標温度 $T_r$ に保つためのヒータ電圧 $V_h$ の値が維持される。こうして、ガスセンサ素子1の温度制御が最適に行われる。

【0116】なお、上記S206において、インピーダンス $R_c$ の値と上記狙い値 $R_r$ とは必ずしも同一である必要はなく、ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ に許容される誤差の範囲内で同一であればよい。また、上記S253において、上記ヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ の値が上記相関関数 $F_{s1}$ を満たす場合を、相関関数 $F_{s1}$ のライン上とするのではなく、ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ に許容される誤差の範囲内で、右上方向又は左下方向の少なくともいずれか一方に幅を持たせて設定してもよい。

【0117】ところで、上記ガスセンサ素子1を長期間に渡って使用しているとき等には、ガスセンサ素子1における検出部6の電気化学セル61に劣化等を生じる場合がある。この場合に対し、本例の温度制御装置102は、上記のごとく、上記検出部6の電気化学セル61におけるインピーダンス $R_c$ に基づき、ガスセンサ素子1の温度 $T_c$ の制御を行っている。そのため、上記電気化学セル61の温度を、直接上記ガスセンサ素子1の温度制御に反映することができる。そのため、本例によれば、ガスセンサ素子1におけるガス濃度の測定環境下の変動等の外乱に対しても、強固な温度制御装置102を実現することができる。

【0118】また、上記ガスセンサ素子1を長期間に渡って使用しているとき等には、ガスセンサ素子1における検出部6の電気化学セル61に劣化等を生じ、上記検出部6のインピーダンス $R_c$ とガスセンサ素子1の温度 $T_c$ との間の相関関数 $F_p$ に狂いが生ずるおそれがある。これに対し、本例においては、上記インピーダンス校正手段41を有している。

【0119】即ち、本例においては、このインピーダンス校正手段41により、上記ヒータ抵抗 $R_h$ と上記ヒータ電力 $W_h$ との値が上記相関関数 $F_{s1}$ を満たすように、上記インピーダンスの狙い値 $R_r$ を再設定する。そのため、上記検出部6の電気化学セル61に劣化等を生じた場合においても、上記相関関数 $F_p$ の狂いを校正することができる。

【0120】そのため、上記長期間の使用により電気化学セル61に劣化等が生じて上記相関関数 $F_p$ に狂いが生じたときでも、上記相関関数 $F_{s1}$ を用いて、ガスセンサ素子1の温度を適切に制御することができる。それ故、本例のガスセンサ素子1の温度制御装置102によれば、高精度でガスセンサ素子1の温度 $T_c$ を制御することができる。

【0121】（実施例3）本例は、上記実施例2の温度制御方法において、上記インピーダンスの狙い値 $R_r$ の再設定は、上記検出部6において検出する被測定ガスの温度又は被測定ガスの流速の少なくともいずれか一方の変動が所定の範囲内にあるときに行う例である。即ち、本例におけるインピーダンス校正手段41は、上記変動が所定の範囲内にあるときに上記インピーダンスの狙い値 $R_r$ の再設定を行う時期を検出するインピーダンス校正時期検出手段を有している。また、本例においては、図9のS204における狙い値 $R_r$ の校正時期の判定がYesになる場合が、上記変動が所定の範囲内にあるときである。その他は上記実施例2と同様である。

【0122】本例においては、上記インピーダンスの狙い値 $R_r$ の再設定を行う際に、上記ヒータ抵抗 $R_h$ と上記ヒータ電力 $W_h$ との値が上記相関関数 $F_{s1}$ を満たしていないときは、上記被測定ガスの温度又は被測定ガスの流速が変動したことによって生じているのではないと、インピーダンス校正時期検出手段によって検出することができる。即ち、上記相関関数 $F_{s1}$ より求まるガスセンサ素子1の実際の温度 $T_s$ と、上記インピーダンスの狙い値 $R_r$ より求まる目標温度 $T_r$ との間の誤差は、上記電気化学セル61の劣化等が生じたことにより、起こっているとして検出することができる。

【0123】そのため、この検出を行っているときに、上記インピーダンスの狙い値 $R_r$ の校正を行うことにより、正確にこの校正を行うことができる。それ故、本例によれば、高精度でガスセンサ素子1の温度を制御することができる。その他、上記実施例2と同様の作用効果を得ることができる。



【0124】（実施例4）本例は、上記実施例2の温度制御方法において、上記インピーダンスの狙い値 $R_r$ の再設定は、エンジンの回転数の変動が所定の範囲内にあるときに行う例である。本例におけるインピーダンス校正手段41は、上記変動が所定の範囲内にあるときに上記インピーダンスの狙い値 $R_r$ の再設定を行う時期を検出するインピーダンス校正時期検出手段を有している。

【0125】本例においては、上記エンジンの回転数が所定の範囲内にあるときを、エンジンがアイドリングを行っているときとして、上記インピーダンスの狙い値 $R_r$ の再設定を行った。また、本例においては、図9のS204における狙い値 $R_r$ の校正時期の判定が $Y_{es}$ になる場合が、エンジンがアイドリングを行っている状態にあるときである。その他は上記実施例2と同様である。

【0126】本例においては、上記インピーダンスの狙い値 $R_r$ の再設定を行う際に、上記ヒータ抵抗 $R_h$ と上記ヒータ電力 $W_h$ との値が上記相関関数 $F_s$ を満たしていないときは、エンジンの回転数が変動したことによって生じているのではないと、インピーダンス校正時期検出手段によって検出することができる。即ち、上記相関関数 $F_s$ より求まるガスセンサ素子1の実際の温度 $T_s$ と、上記インピーダンスの狙い値 $R_r$ より求まる目標温度 $T_r$ との間の誤差は、上記電気化学セル61の劣化等が生じたことにより、起こっているとして検出することができる。

【0127】そのため、このときに、上記インピーダンスの狙い値 $R_r$ の校正を行うことにより、正確にこの校正を行うことができる。それ故、本例によれば、高精度でガスセンサ素子1の温度を制御することができる。その他、上記実施例2と同様の作用効果を得ることができる。

【0128】（実施例5）本例は、上記実施例2の温度制御方法102に対して、上記インピーダンス制御関数 $F_c$ の再設定を行う時期が異なる例である。また、本例においては、上記インピーダンス校正手段7は、ガスセンサ素子1の温度制御を行っているときにインピーダンス制御関数 $F_c$ の設定を行うのではなく、ガスセンサ素子1の温度制御を行う前に、インピーダンス制御関数 $F_c$ の再設定を行う。

【0129】以下に、これを詳説する。本例においても、上記インピーダンス制御関数 $F_c$ は、検出部6のインピーダンス $R_c$ の値とガスセンサ素子1の温度 $T_c$ との間の相関関数 $F_p$ とする。そして、ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ におけるインピーダンス $R_c$ の値をインピーダンスの狙い値 $R_r$ として、インピーダンス算出手段7により算出したインピーダンス $R_c$ の値が、狙い値 $R_r$ となるようにガスセンサ素子1の温度制御を行う。

【0130】本例における温度制御方法によって、ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ を得る方法の一例を、図1

2のフローチャートに示す。なお、本例の温度制御方法は、上記図9のフローチャートにおけるS204の狙い値 $R_r$ の校正時期かの判定及びS205の狙い値 $R_r$ の再設定が異なるのみで、その他のS200～S203、S206～S209については実施例2と同様である。

【0131】本例においても、上記ヒータ制御関数 $F_h$ は、ガスセンサ素子1におけるガス濃度の測定環境下が変動したときに、ガスセンサ素子1の温度を所望の各目標温度 $T_r$ に保つときの上記ヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との相関関係 $F_s$ として求めておく。また、上記インピーダンス制御関数 $F_c$ は、上記インピーダンス $R_c$ とガスセンサ素子1の温度 $T_c$ との相関関数 $F_p$ として求めておく。また、ガスセンサ素子1においてガス濃度を検出するのに適した温度を、ガスセンサ素子1の目標温度 $T_r$ として、上記相関関数 $F_s$ において目標温度 $T_r$ を維持するための相関関数 $F_{s1}$ をヒータ制御手段4に設定する。

【0132】また、後述することく、本例においては、上記ヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ を上記相関関数 $F_{s1}$ に代入して求まるガスセンサ素子1の現在温度 $T_h$ が、ガスセンサ素子1の実際の温度 $T_s$ であるとして、上記相関関数 $F_p$ を校正して上記目標温度 $T_r$ を得る。

【0133】本例においては、上記相関関数 $F_p$ の再設定は、ガスセンサ素子1の温度制御を行う初期又は以前に、図13のフローチャートに示す方法で行う。同図において、ステップS301において、上記交流電圧印加手段73により、ガスセンサ素子1の検出部6に交流電圧を印加する。次いで、ステップS302において、上記セル電圧検出手段71により検出部6のセル電圧 $V_c$ を検出すると共に、上記セル電流検出手段72により、検出部6のセル電流 $I_c$ を検出する。

【0134】次いで、ステップS303において、上記インピーダンス演算手段7により、インピーダンス $R_c$ を算出する。このインピーダンス $R_c$ は、 $R_c = V_c / I_c$ より求める。そして、このインピーダンス $R_c$ は、ヒータ制御手段4に送信される。次いで、ステップS304において、算出したインピーダンス $R_c$ の値を上記相関関数 $F_p$ に代入して、相関関数 $F_p$ による現在温度 $T_c$ を算出する。

【0135】次いで、ステップS305において、上記ヒータ電圧検出手段51によりヒータ電圧 $V_h$ を検出すると共に、上記ヒータ電流検出手段52によりヒータ電流 $I_h$ を検出する。次いで、ステップS306において、上記ヒータ演算手段5によりヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ を算出する。このヒータ抵抗 $R_h$ は、 $R_h = V_h / I_h$ より求め、ヒータ電力 $W_h$ は、 $W_h = V_h \times I_h$ より求める。また、このヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ は、ヒータ制御手段4に送信される。

【0136】次いで、ステップS307において、算出

したヒータ抵抗 $R_h$ 及びヒータ電力 $W_h$ の値を上記相関関数 $F_{s1}$ に代入して、相関関数 $F_{s1}$ による現在温度 $T_h$ （ガスセンサ素子1の実際の温度 $T_s$ ）を算出する。次いで、ステップS308において、ヒータ制御関数4は、上記相関関数 $F_{s1}$ による現在温度 $T_h$ と、相関関数 $F_p$ による現在温度 $T_c$ との間の差が、ガスセンサ素子1の温度制御を行う目標温度 $T_r$ の誤差として許容される温度の許容範囲内であるか否かを判定する。

【0137】S308の判定がYesの場合は、上記現在温度 $T_h$ と現在温度 $T_c$ との差が許容範囲内であるため、上記相関関数 $F_p$ の再設定は行わない。一方、S308の判定がNoの場合は、上記現在温度 $T_h$ と現在温度 $T_c$ との差が許容範囲を超えている場合であり、上記相関関数 $F_p$ の再設定を行う。そして、本例においては、上記相関関数 $F_p$ の再設定は、再度、上記検出部6におけるインピーダンス $R_c$ の値と上記ガスセンサ素子1の温度 $T_c$ との間の相関関数 $F_p$ を求めることによ

て行う。その他は、上記実施例2と同様である。

【0138】本例においては、上記インピーダンス制御関数 $F_c$ の再設定は、インピーダンスの狙い値 $R_r$ を上

下させることにより行うのではなく、再度上記インピーダンス $R_c$ の値とガスセンサ素子1の温度 $T_c$ との間の相関関数 $F_p$ を求め直すことによって行う。そして、上記ヒータ抵抗 $R_h$ とヒータ電力 $W_h$ との間の相関関数 $F_{s1}$ は、上記相関関数 $F_p$ の再設定を行う必要があるか否かを検出するために用いている。このように、本例の温度制御方法によっても、上記実施例2のガスセンサ素子1の温度制御方法と同様の作用効果を得ることができる。

【0139】（実施例6）本例は、上記実施例2におけるガスセンサ素子1の温度制御方法を、コップ型ガスセンサ素子100に適用する例である。図14に示すごとく、このコップ型ガスセンサ素子100は、酸素イオン導電性を有する固体電解質体11と、棒状のセラミックヒータ13とを有している。また、このセラミックヒータ13には上記発熱体21が配置してある。

【0140】また、上記固体電解質体11は有底円筒コップ型の形状に形成されており、この固体電解質体11の内側に上記セラミックヒータ13が配置してある。また、固体電解質体11の外側には被測定ガスを導入する被測定ガス空間14が設けてあり、一方、固体電解質体11の内側には被測定ガスのガス濃度を測定する際の基準とする基準ガスを導入する基準ガス空間15が設けてある。

【0141】また、上記電気化学セル61は、上記固定電解質体11と、この固定電解質体11を挟むようにして設けた一対の電極615、616とからなり、固定電解質体11の外側面に設けた電極615は上記被測定ガス空間14に曝され、固定電解質体11の内側面に設

た電極616は上記基準ガス空間15に曝されている。また、上記固定電解質体11の外側面に設けた電極615は保護層617で被覆されている。上記コップ型ガスセンサ素子100は、ハウジング31内に挿通されており、このハウジング31は二重構造のカバー311、312よりなる。なお、これらのカバー311、312には、それぞれ被測定ガスの導入を行う導入口313、314が設けてある。

【0142】そして、図15に示すごとく、本例においては、上記実施例2のガスセンサ素子1の温度制御装置102により、ガスセンサ素子の温度制御を行う。その他は上記実施例2と同様である。本例においても、上記実施例2のガスセンサ素子1の温度制御方法と同様の作用効果を得ることができ、高精度なガスセンサ素子の制御を実現することができる。

【0143】なお、上記実施例1の温度制御方法を上記コップ型ガスセンサ素子100に適用することも可能である。また、上記実施例3～5の温度制御方法を上記コップ型ガスセンサ素子100に適用することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1における、ガスセンサ素子の温度制御装置を示す構成図。

【図2】実施例1における、ガスセンサ素子を用いたガスセンサの構成を示す断面説明図。

【図3】実施例1における、積層型のガスセンサ素子を示す断面説明図。

【図4】実施例1における、ヒータ抵抗とヒータ電力との相関関数を示す説明図。

【図5】実施例1における、ガスセンサ素子の温度制御方法を説明する説明図。

【図6】実施例1における、ガスセンサ素子の温度制御方法を示すフローチャート。

【図7】実施例2における、ガスセンサ素子の温度制御装置を示す構成図。

【図8】実施例2における、ガスセンサ素子の温度制御方法を説明する説明図。

【図9】実施例2における、ガスセンサ素子の温度制御方法を示すフローチャート。

【図10】実施例2における、ガスセンサ素子の温度制御方法を示すフローチャートで、インピーダンスの狙い値の再設定を示すフローチャート。

【図11】実施例2における、インピーダンスの狙い値の再設定を説明する説明図。

【図12】実施例5における、ガスセンサ素子の温度制御方法を示すフローチャート。

【図13】実施例5における、ガスセンサ素子の温度制御方法を示すフローチャートで、インピーダンスの値とガスセンサ素子の温度との間の相関関数の再設定を示すフローチャート。

【図14】実施例6における、コップ型ガスセンサ素子を示す断面説明図。

【図15】実施例5における、ガスセンサ素子の温度制御装置を示す構成図。

【図16】従来例における、温度センサによるガスセンサ素子の温度制御装置を示す構成図。

【図17】従来例における、ヒータ抵抗によるガスセンサ素子の温度制御装置を示す構成図。

【図18】従来例における、ヒータ抵抗とガスセンサ素子の温度との関係を示すグラフ。

【図19】従来例における、インピーダンスによるガスセンサ素子の温度制御装置を示す構成図。

【図20】従来例における、インピーダンスと電気化学セルの温度との関係を示すグラフ。

【符号の説明】

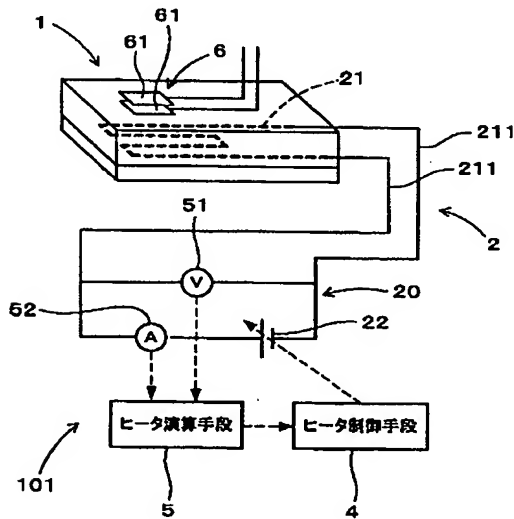
- \* 1... ガスセンサ素子,  
 2... ヒータ部,  
 21... 発熱体,  
 22... 電源装置,  
 4... ヒータ制御手段,  
 41... インピーダンス校正手段,  
 5... ヒータ演算手段,  
 51... ヒータ電圧検出手段,  
 52... ヒータ電流検出手段,  
 6... 検出部,  
 61... 電気化学セル,  
 7... インピーダンス演算手段,  
 71... セル電圧検出手段,  
 72... セル電流検出手段,  
 73... 交流電圧印加手段,

【図1】

【図2】

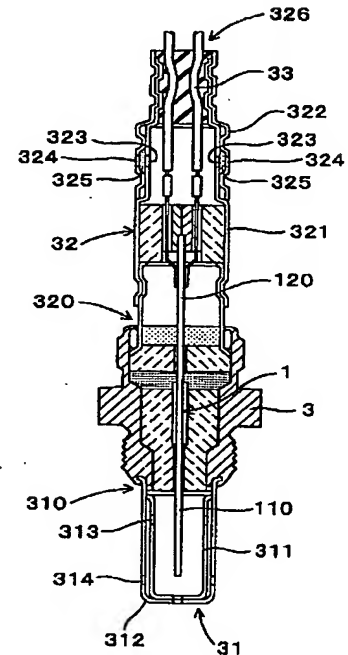
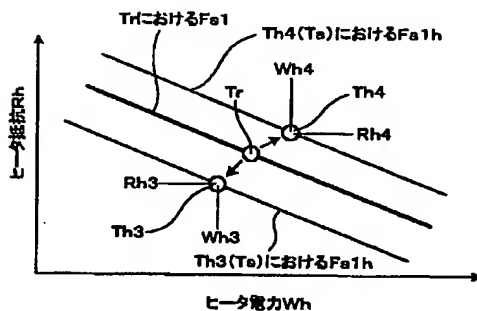
(図1)

(図2)



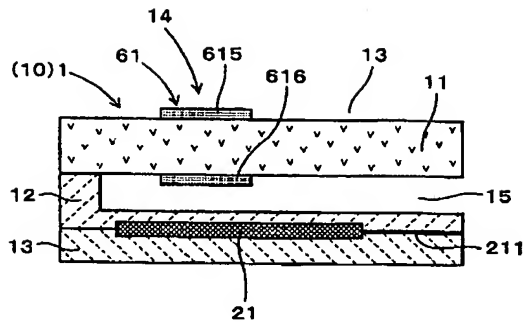
【図11】

(図11)

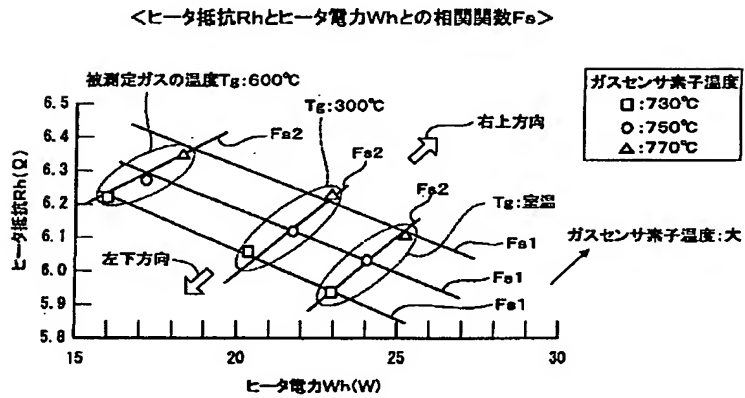


【図3】

(図3)

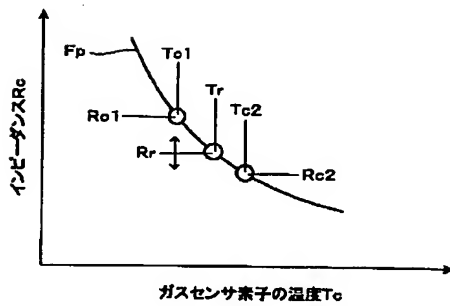


【図4】



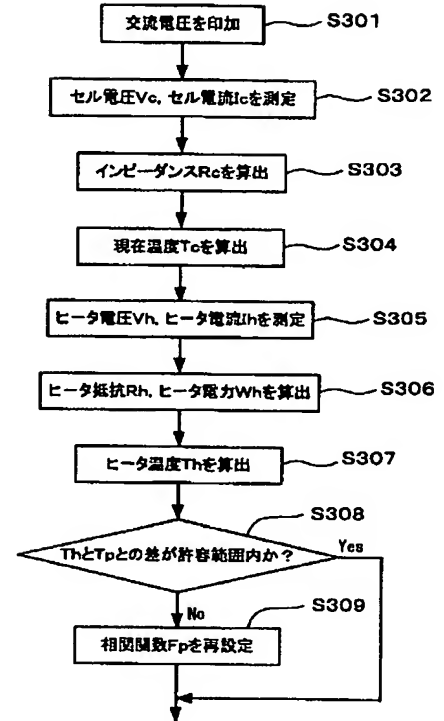
【図8】

(図8)



【図13】

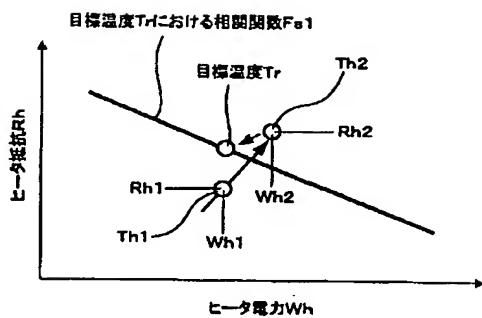
(図13)



(図4)

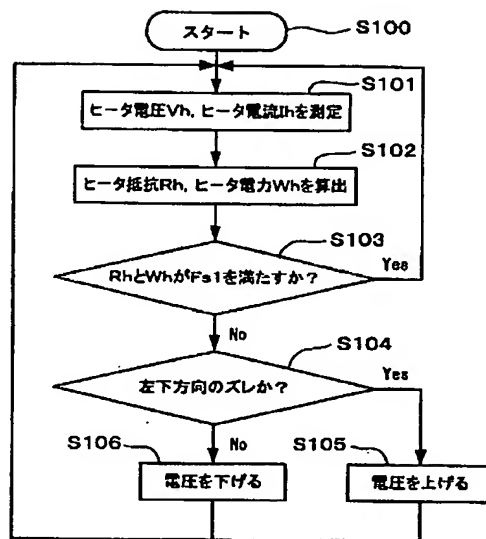
【図5】

(図5)



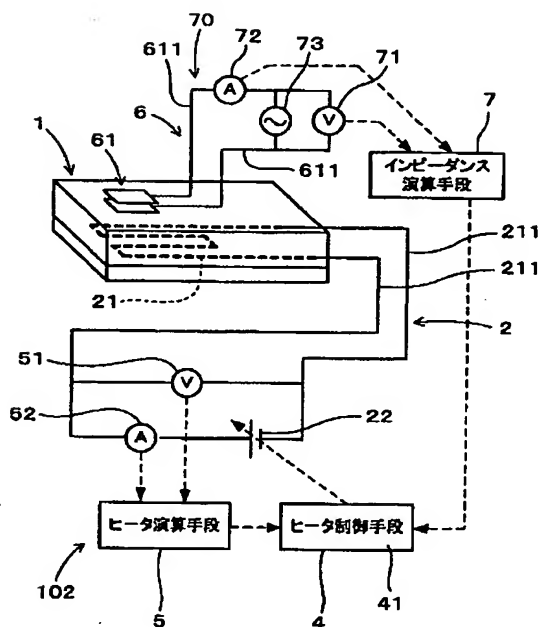
【図6】

(図6)



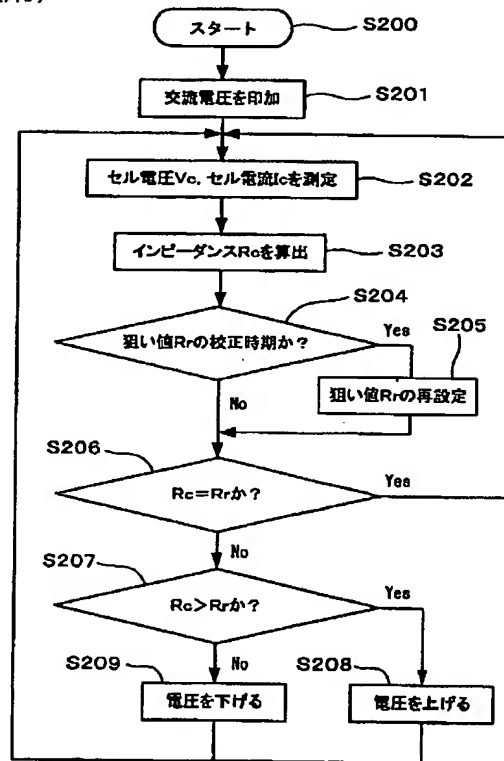
【図7】

(図7)



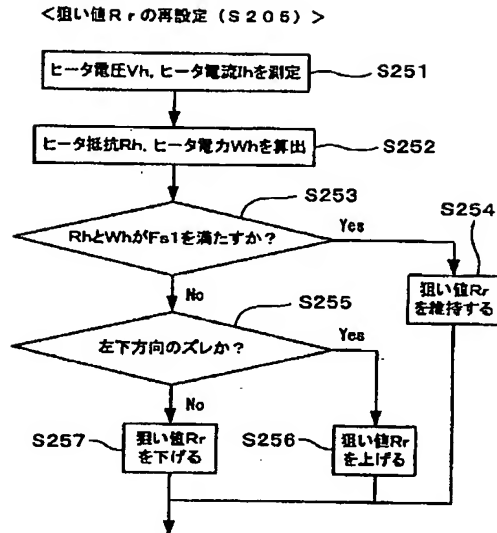
【図9】

(図9)



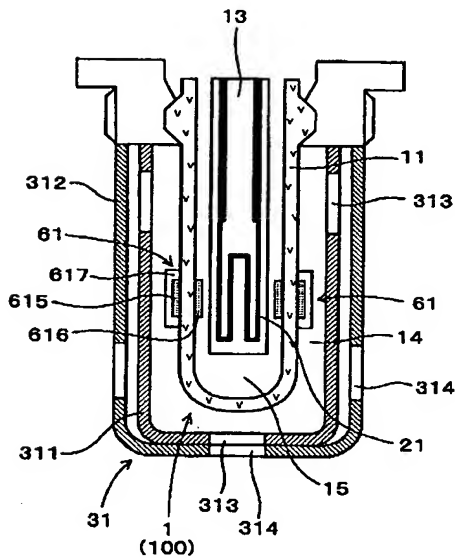
【図10】

(図10)



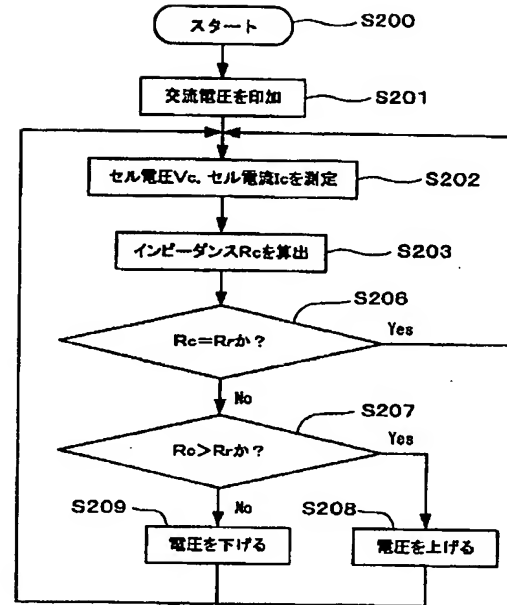
【図14】

(図14)



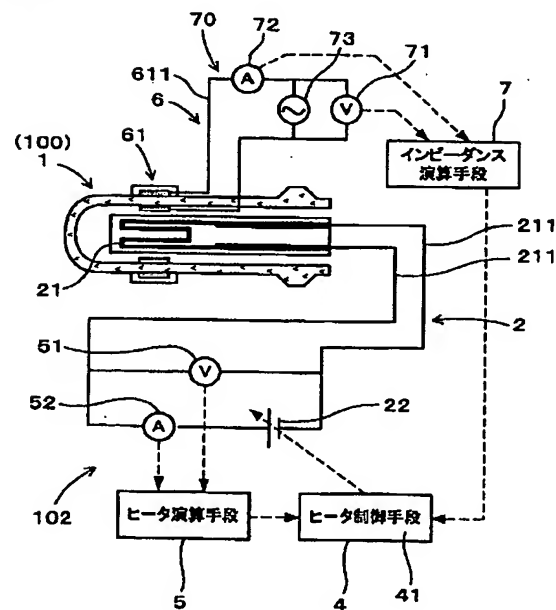
【図12】

(図12)



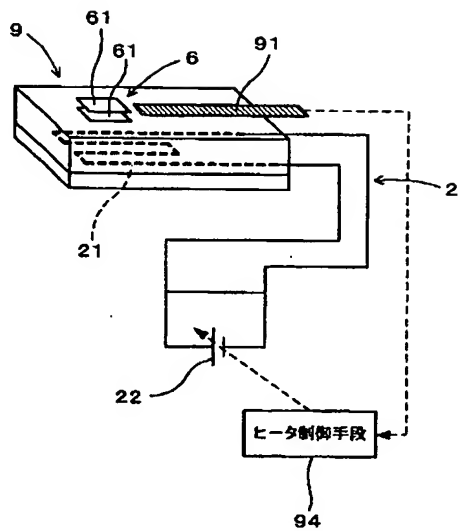
【図15】

(図15)



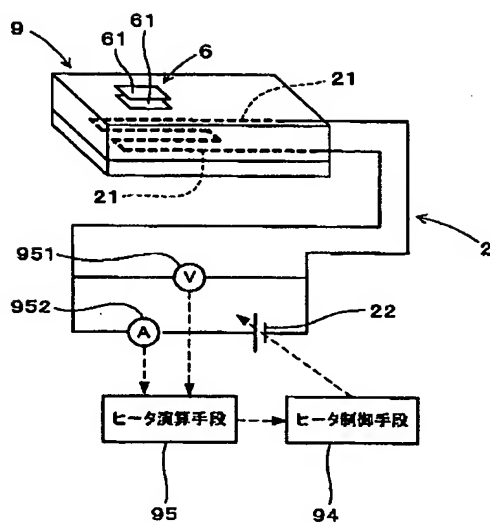
【図16】

(図16)



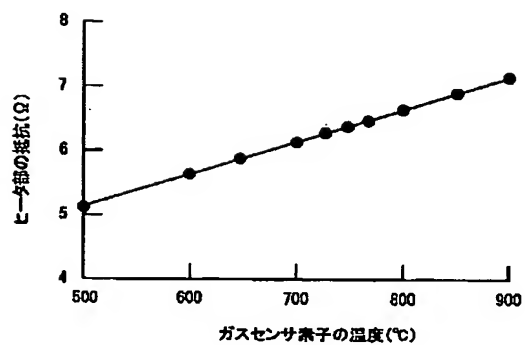
【図17】

(図17)



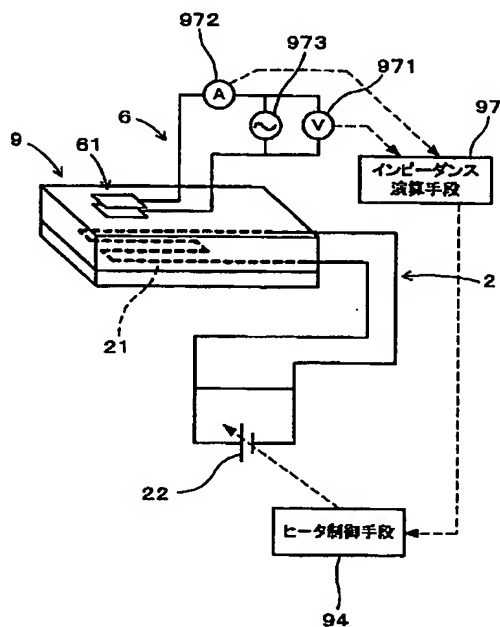
【図18】

(図18)



【図19】

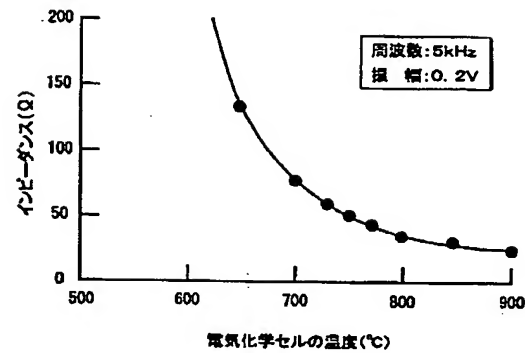
(図19)





【図20】

(図20)



フロントページの続き

(72)発明者 水谷 圭吾  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 牧野 太輔  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 黒川 英一  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

Fターム(参考) 2G004 BB01 BB04 BC02 BD05 BE04  
BF18 BF27 BG05 BH02 BJ02  
BJ03 BL08 BM04  
2G060 AA08 AD01 AE40 AF06 AG08  
AG11 GA03 HA02 HB06 HC13  
HE01 HE10 KA01  
3K058 AA42 AA94 BA00 CA03 CA04  
CA23